

А. В. Нечаев,  
*Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

For electrochemical sized processing of large-sized details it is offered to use the local working camera limiting on an outline processed square of a detail. Usage of the local camera raises accuracy of processing at reception of difficult profile deaf cavities on a surface of large-sized details from aluminium alloys.

В машиностроении обработка крупногабаритных деталей из алюминиевых сплавов сопряжена с определенными трудностями. Применяемый в промышленности метод химического фрезерования не обеспечивает задаваемой точности обработки и сопряжен с выбросом в атмосферу цеха щелочного тумана, что вызывает необходимость устанавливать мощную приточно-вытяжную вентиляцию на участках химического фрезерования. Помимо этого, отработанные щелочные являются источником загрязнения окружающей среды и требуют значительных капитальных затрат на их утилизацию.

Одним из способов решения возникающих экологических проблем при обработке крупногабаритных деталей из алюминиевых сплавов является применение электрохимического метода обработки на установках с местной рабочей камерой, исключающий выброс в атмосферу вредных веществ и не требующий дорогостоящей утилизации щелочных травильных растворов.

В станке автоматизированы все вспомогательные переходы, предусмотрен ряд блокировочных устройств для защиты от коротких замыканий, применена система активного ультразвукового контроля толщины полотна обрабатываемой ячейки, обеспечивающая автоматическое отключение технологического тока при достижении заданной толщины днища ячейки.

Для определения оптимального состава электролита и наибольшей скорости обработки алюминиевых сплавов были сняты поляризационные кривые для сплава АМг6 потенциодинамическим методом на вращающемся дисковом электроде [1].

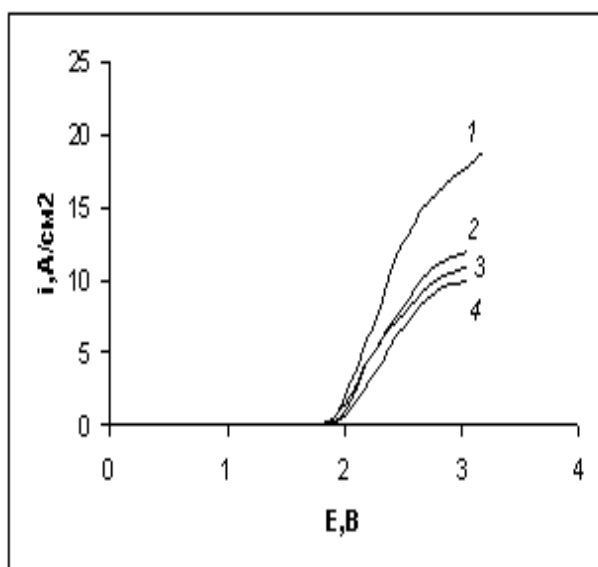


Рис.1. Поляризационные кривые для сплава АМг6 в 4,5н растворах: 1-  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; 2- $\text{KNO}_3$ ; 3-  $\text{NaNO}_3$ ; 4-  $\text{LiNO}_3$

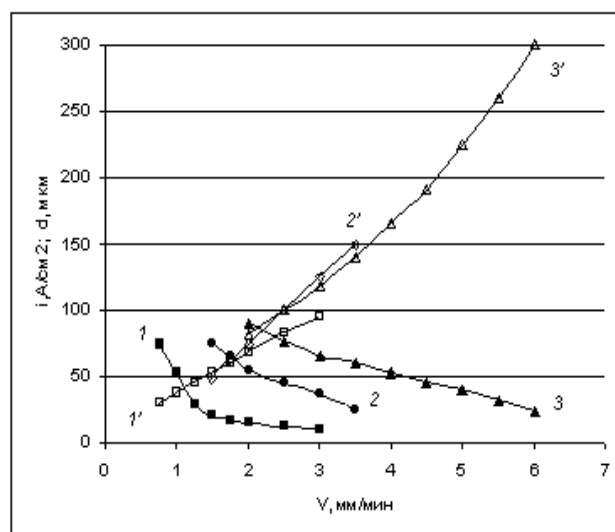


Рис.2. Зависимость величины зазора (1-3) и анодной плотности тока (1'-3') от скорости подачи катода: 1, 1' – 18%  $\text{NaNO}_3$ ; 2, 2' – 28%  $\text{NaNO}_3$ ; 3-3' – 28%  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

АМг6, снятые на вращающемся со скоростью 5900 об/мин дисковом электроде в 4,5 н растворах нитратов аммония, калия, натрия и лития. В растворах нитратов при потенциале анода +1,8–1,9 В наблюдается пробой оксидной пленки, анодное растворение алюминиевых сплавов происходит в анодно-активированном состоянии и характеризуется резким возрастанием анодной плотности тока. Лимитирующей стадией высокоскоростного растворения алюминиевых сплавов АМг6 является замедленный отвод продуктов анодного растворения сплава [2].

Замена в нитратном электролите катиона натрия на калий или литий практически не влияет на анодное растворение сплава. Потенциалы, при которых происходит пробой оксидной пленки на алюминии, совпадают во всех растворах, а плотности тока лишь незначительно отличаются друг от друга. В растворах нитрата аммония скорость анодного растворения алюминиевых сплавов значительно больше, чем в остальных растворах. Столь специфическое влияние иона аммония на скорость анодного растворения алюминия и его сплавов можно объяснить, как снижением устойчивости оксидной пленки вследствие

повышенной кислотности электролита, так и более высокой электропроводностью растворов нитрата аммония.

В экспериментах на промышленной установке с растворами нитрата натрия и аммония установлена корреляция между скоростью подачи катода, анодной плотностью тока и величиной межэлектродного зазора. В каждом из изученных электролитов в процессе обработки устанавливались в зависимости от скорости подачи катода определенные плотности тока и межэлектродные зазоры (рис. 2).

По мере увеличения скорости подачи катода пропорционально увеличивалась плотность тока и соответственно скорость съема металла. В 18 % и 28 %-м растворах нитрата натрия межэлектродный зазор, равный приблизительно 0,3мм, устанавливался при плотности тока соответственно 50 и 125 А/см<sup>2</sup>, которым отвечала скорость подачи катода 1,25 и 3 мм/мин. В 28 %-м растворе нитрата аммония при таком же межэлектродном зазоре скорость подачи катода составляла 5,5 мм/мин, а плотность тока 260 А/ см<sup>2</sup>.

С целью оптимального выбора конструкции катодных устройств изучено влияние гидродинамического потока электролита в межэлектродном зазоре на скорость и точность электрохимической обработки при изготовлении глухих полостей на изделиях вафельной конструкции из алюминиевого сплава АМг6. Для обеспечения оптимальной гидродинамики потока электролита в межэлектродном зазоре, исключающего возможность образования струйности, разработаны и прошли опробование конструкции катодов сложно-объемной формы для получения разнообразных по форме и значительных по площади глухих полостей и ячеек на поверхности крупногабаритных деталей из алюминиевых сплавов.

При оптимальном сочетании скорости подачи катода и состава электролита контур катода следует выполнять в виде пояска высотой 0,3–0,5 мм, а размеры катода уменьшать по сравнению с размерами получаемой ячейки в среднем на один миллиметр на каждую сторону. Чистота рабочей поверхности катода должна соответствовать 8–9 классу, боковые поверхности выполняться

наклонными под углом  $10^\circ$  и покрываться электроизоляционным лаком на эпоксидной основе. При зазоре между контуром катода и герметизирующим прижимом  $1 \pm 0,2$  мм предотвращается растравливание получающихся ребер жесткости на рабочей поверхности изделий вафельной конструкции.

Во всех исследованных электролитах на промышленной установке наиболее устойчиво процесс электрохимической обработки протекал с использованием конструкции катодов сложно-объемной формы при температуре электролита  $35\text{--}45^\circ\text{C}$ , pH раствора  $5,5\text{--}6,5$ , давлении электролита  $8\text{--}10$  кг/см<sup>2</sup>, противодавлении  $2\text{--}3$  кг/см<sup>2</sup> и плотности тока  $100\text{--}150$  А/см<sup>2</sup> для 28 % раствора нитрата натрия и  $190\text{--}230$  А/см<sup>2</sup> для 28 % раствора нитрата аммония.

В итоге были подобраны оптимальные (с точки зрения допустимой скорости подачи катода) составы электролитов и режимы обработки. При оптимальном сочетании состава и концентрации электролита, форме электрода-инструмента и скорости подачи катода технологический угол боковой стенки, полученной в процессе электрохимической обработки, не превышает  $3\text{--}5^\circ$ , радиус скругления боковых стенок ячейки у вершины и основания и в углах пересечения ребер не превышает  $0,6\text{--}1,0$  мм. Максимальное отклонение от номинальных размеров по толщине полотна ячейки при активном ультразвуковом контроле толщины полотна составляло в отдельных местах ячейки общей плотностью  $100$  см<sup>2</sup>  $0,1$  мм. В большинстве же случаев по всей обрабатываемой площади ячейки вафель отклонение от номинальной толщины полотна ячейки составляло  $\pm 0,05$  мм. Чистота обработанной поверхности по полотну ячейки составляла 8–9 класс, по боковым стенкам 5–6 класс. Обработанная донная поверхность вафельных ячеек деталей из алюминиевого сплава АМгб имеет зеркальный блеск, ячейки четкие ребра жесткости, заданные размеры, что в итоге и обеспечивает уменьшение весовых характеристик изделия (рис. 3) При этом наряду с получением качественных деталей одновременно предотвращается загрязнение атмосферы цеха токсичными выбросами (щелочной туман), а также сточных вод вредными для окружающей среды щелочными отходами производства, которые неизбежно образуются при химическом фрезеровании алюминиевых сплавов.

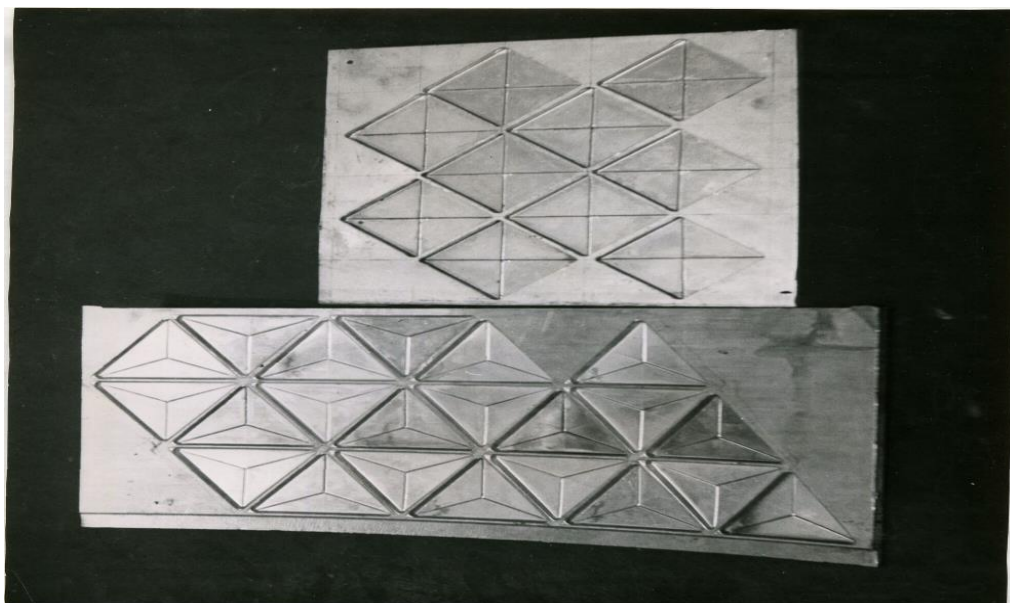


Рис. 3. Образец вафельной поверхности на алюминиевых сплавах, полученной после их обработки электрохимическим методом

Отсутствие при электрохимической обработке в сточных водах щелочных растворов, являющиеся источником загрязнения окружающей среды, не требуют значительных капитальных затрат на их утилизацию, что может дать значительный экономический эффект по сравнению с обработкой сплавов химическим фрезерованием в концентрированных щелочных растворах.

---

1. Давыдов, А. Д., Кноц, Л. Л., Кащеев, В. Д., Кушнев, В. В. Изучение электродных процессов потенциокINETическим методом применительно к электрохимической обработке металлов // Электронная обработка материалов – 1969. – № 2. – С. 82–87.

2. Амирханова, Н. А., Хайдаров, Р. Р. Определение лимитирующей стадии высокоскоростного растворения алюминиевых сплавов с КЗ и УМЗ структурой // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета – 2007. – Т.9, № 1. – С. 117–121.